

Gedankenexperimente.

Die Norton-Brown-Debatte

**Bachelorarbeit für die Prüfung zum Bachelor of Arts im
Studiengang Kultur und Technik, Kernfach Philosophie, an der
Technischen Universität Berlin,
Fakultät I – Geisteswissenschaften**

Berlin, 13.03.2012

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	3
Hauptteil.....	5
A. Gedankenexperimente bei Brown.....	5
B. Browns platonistische Auffassung der Gedankenexperimente.....	6
I. Eine Taxonomie der Gedankenexperimente.....	6
1. Destruktive Gedankenexperimente.....	7
2. Konstruktive Gedankenexperimente.....	7
a) Vermittelnde Gedankenexperimente.....	7
b) Vermutende Gedankenexperimente.....	9
c) Direkte Gedankenexperimente.....	10
3. Platonische Gedankenexperimente.....	11
II. Eine Epistemologie der Gedankenexperimente.....	12
1. A priori Wissen in der Physik.....	12
2. Platonismus in der Mathematik.....	14
3. Platonismus in der Physik.....	16
4. Die platonische Wahrnehmung.....	19
C. Gedankenexperimente bei Norton.....	20
D. Nortons empiristische Auffassung der Gedankenexperimente.....	21
I. Gewöhnliche und platonische Wahrnehmung.....	21
II. Die Verlässlichkeitsthese.....	23
III. Die Eliminationsthese.....	24
IV. Die Rekonstruktionsthese.....	25
1. Der visuelle Beweis eines Theorems der Zahlentheorie.....	25
2. Rekonstruktion des Gedankenexperiments zum freier Fall.....	26
V. Gedankenexperimente sind Argumente.....	29
E. Kritische Betrachtung der Positionen.....	30
Fazit und Ausblick.....	33
Abbildungen.....	34
Literaturverzeichnis.....	35

Einleitung

Without experiment, I am sure that the effect will happen as I tell you, because it must happen that way.
Galileo, 1638

Good physics is made a priori.
Koyré, 1968

No man's knowledge here can go beyond his experience.
Locke, 1690

Pure logical thinking cannot yield us any knowledge of the empirical world; all knowledge of reality starts from experience and ends in it.
Einstein, 1933

Die Frage nach den Quellen der menschlichen Erkenntnis ist seit jeher eines der zentralen Themen der Philosophie. Hierbei sollte zwischen Erkenntnis als Prozess und Erkenntnis als Ergebnis unterschieden werden. In Platons Theaitetos findet man den Vorschlag, das Ergebnis des Erkenntnisprozesses als Wissen im Sinne einer wahren und gerechtfertigten Überzeugung aufzufassen. Doch welche Prozesse führen zu einer wahren und gerechtfertigten Überzeugung? Und welcher Art sollte diese Rechtfertigung sein?

Nach klassischer Systematik werden zwei Positionen gegenübergestellt: Der Rationalismus und der Empirismus. Als Vertreter der ersten Position werden häufig René Descartes und Gottfried Wilhelm Leibniz angeführt. Ihnen wird die Auffassung zugeschrieben, dass allein durch Nachdenken sicheres Wissen über die Welt erworben werden könne. Die Gegenposition vertritt die These, dass unser Geist zunächst eine leere Tafel sei und alle Ideen sowie jegliches Wissen über die Welt nur aus der Erfahrung stamme. Letztere Auffassung wird beispielsweise John Locke und David Hume zugeschrieben.

In der vorliegenden Arbeit soll ein kleiner Aspekt eines sehr speziellen Gebietes der Erkenntnistheorie behandelt werden: Die Epistemologie der Gedankenexperimente in der Physik. Können uns Gedankenexperimente Wissen über die physikalische Welt liefern? Und wenn ja, woher stammt dieses Wissen? Oder um es mit den Worten des Pittsburgher Philosophen John D. Norton zu sagen: „*Thought experiments are supposed to give us information about our physical world. From where can this information come?*“¹

Eine faszinierende aber ebenso kontroverse Antwort auf diese Frage hat der in Toronto lehrende Philosoph James R. Brown erstmals 1986 gegeben.² Er vertritt dort die These, dass Gedankenexperimente uns die Möglichkeit eröffnen, Zugang zu einem von physikalischen Gesetzen bewohnten platonischen Reich zu erhaschen. Dies geschehe mittels einer

¹ Norton (1996), 333; Norton (2004a), 1139; Norton (2004b), 44.

² Brown (1986).

platonischen Wahrnehmung, einer Art flüchtigen Blicks eines geistigen Auges. Diese platonische Wahrnehmung ermöglicht uns eine Erkenntnis a priori über die real existierenden Gesetze der Physik. Brown versteht unter a priori Wissen ein unabhängig von sensorischer Wahrnehmung gewonnenes Wissen, das dennoch fallibel sei.

Diese Antwort ist eine kühne Herausforderung an die Vertreter der weit verbreiteten und anerkannten empiristischen Erkenntnistheorie. Brown postuliert nichts weniger als die Möglichkeit der naturwissenschaftlichen Erkenntnis über die Erfahrung hinaus. Sein Fehdehandschuh wurde bereitwillig von Norton aufgegriffen, der eine konservative empiristische Position vertritt. Dadurch motiviert, sieht Norton Gedankenexperimente aus der erkenntnistheoretischen Perspektive betrachtet als gewöhnliche Argumente, die in anschaulich-bildhafter Erzählform verkleidet seien. Seit nunmehr 25 Jahren findet zwischen Norton und Brown ein regelmäßiger Austausch von Argumenten in Form von Konferenz- und Zeitschriftenbeiträgen statt. Daher soll in dieser Arbeit ein flüchtiger, wie auch immer gearterter Blick auf die sowohl unterhaltsame wie auch anregende Debatte geworfen werden.

In den folgenden Kapiteln werden Browns und Nortons Positionen erläutert. Diese beruhen unter anderem auch auf radikal unterschiedlichen ontologischen Voraussetzungen ihrer beiden Vertreter. Daher sollen diese ebenfalls, soweit für das Verständnis der Argumentation erforderlich, beleuchtet werden.

Abschließend erfolgt eine kritische Betrachtung der beiden Positionen und ein Fazit.

Dabei wird festgestellt, dass Browns Position auf einem fraglichen Phänomen des a priori Wissens über die Natur aufbaut, zu dessen Erklärung er die zwei ontologischen Annahmen, ein platonisches Reich und eine platonische Wahrnehmung, postuliert. Problematisch ist dabei insbesondere die platonische Wahrnehmung, da deren Funktionsweise nicht hinreichend ausgeführt wird, um eine Analyse und Bewertung der Ergebnisse der Wahrnehmung zu ermöglichen.

Nortons konkurrierender empiristischer Ansatz bezweifelt das Phänomen des a priori Wissens. Sein Ansatz rekonstruiert und identifiziert Gedankenexperimente mit Argumenten. Gegenüber Browns Theorie benötigt er weniger ontologische Annahmen. Seine Position entfaltet eine größere Erklärungskraft, da sie die Ergebnisse der Gedankenexperimente den etablierten Methoden der Argumentationskritik zugänglich macht.

Hauptteil

A. Gedankenexperimente bei Brown

Nach Brown ist es nicht nötig, exakt zu definieren, was Gedankenexperimente sind. Um über sie zu sprechen, genügt es, sie zu erkennen, wenn wir sie sehen.

„It's difficult to say precisely what a thought experiment is. However, it is not important. We know them when we see them, and that's enough to make talking about them possible.“³

Darüber hinaus rät er sogar von einer klassischen Definition ab und empfiehlt stattdessen eine Begriffsexplikation über paradigmatische Beispiele.⁴

Da Gedankenexperimente in der Physik eine sehr besondere Variante des Experiments darstellen, bietet es sich an, zuerst diesen allgemeineren Begriff zu beleuchten.

Bezüglich klassischen Experimenten unterscheidet Brown zwischen einem engen und weiten Begriff. Ersterer umfasst nur die Anordnung bzw. den Aufbau und die Beobachtung. *„The narrow part is the phenomenon – what we see.“⁵* Zum weiten Begriff gehören auch die Hintergrundannahmen und vorthoretische Überlegungen sowie erste Theoretisierungen und Hypothesen, die Beobachtung, Berechnungen, Ableitungen und letztendlich das Ergebnis. *„The broad sense includes the whole thing from theory and background assumptions to the final result.“⁶*

Klassische Experimente erfüllen unterschiedliche Funktionen: Sie führen von einer Wahrnehmung und einigen Hintergrundannahmen zu einer behaupteten Aussage. Sie testen, also bestätigen oder widerlegen, wissenschaftliche Vermutungen. Gelegentlich dienen sie auch der Illustration von Theorien oder Phänomenen. Das experimentelle Ergebnis mag eine Anhäufung einer großen Menge Theoretisierungen und Berechnungen sein, aber irgendwann im Prozess muss der Experimentator auf etwas blicken, etwas beobachten. Dieses beobachtete Phänomen kann unterschiedlichster Natur sein: ein Thermometer, ein Lackmустreifen oder Blitze in einer Wolkenkammer.⁷

³ Brown (2004b), 25.

⁴ Brown (2011b), 71.

⁵ Brown (2011a), 51.

⁶ Brown (2011a), 51.

⁷ Brown (2004b), 35.

Gedankenexperimente haben prinzipiell die selbe Struktur, nur dass die enthaltene Wahrnehmung keine sensorische Wahrnehmung ist, sondern ein Sehen mit dem geistigen Auge. Gedankenexperimente werden im Geiste durchgeführt. Trotzdem beinhalten sie etwas, das der Wahrnehmung ähnelt. „*We typically „see“ something happening in a thought experiment.*“⁸ Darüber hinaus können sie ähnlich wie gewöhnliche Gedankenexperimente Berechnungen, Anwendungen von Theorien, Vermutungen (*conjectures*) und Raterei (*guesswork*) enthalten.⁹ Idealisierungen kommen vor, sind jedoch weder notwendig noch hinreichend. Über physikalische Geschehnisse im Vakuum oder auf einer reibungslosen Oberfläche nachzudenken, lässt noch kein Gedankenexperiment entstehen. Idealisierte Berechnungen, wie sie beispielsweise in der klassischen Mechanik häufig vorkommen, stellen ebenfalls nicht notwendigerweise ein Gedankenexperiment dar. Auch Kontrafaktizität ist für Brown weder notwendig noch hinreichend. Es spielt keine Rolle, ob Gedankenexperimente auch außerhalb des Geistes in klassischer Weise als Experiment realisierbar sind. Entscheidend für die Einordnung als Gedankenexperiment ist für Brown nicht, dass die Ergebnisse des Gedankenexperiments auch auf empirische Weise erzielt werden können, sondern nur, dass sie eben auch rein im Geiste vollzogen werden können. „*The so-called counterfactual nature of thought experiments is overstressed. And [...] so is idealization.*“¹⁰

B. Browns platonistische Auffassung der Gedankenexperimente

Brown eröffnet seine Ausführungen zur Erkenntnistheorie der Gedankenexperimente mit einer Anhäufung von Beispielen. Diese Beispiele ordnet er gemäß der Art ihrer epistemischen Funktionen in unterschiedliche Kategorien ein.

I. Eine Taxonomie der Gedankenexperimente

Gedankenexperimente können gemäß ihrer Funktion in destruktive und konstruktive Gedankenexperimente unterteilt werden. Innerhalb der Gruppe der konstruktiven Gedankenexperimente kann zwischen direkten (*direct*), vermutenden (*conjectural*) und vermittelnden (*mediative*) Gedankenexperimenten unterschieden werden. Eine besonders bemerk-

⁸ Brown (2004b), 25.

⁹ Brown (2004b), 25.

¹⁰ Brown (2004b), 29.

kenswerte Klasse der Gedankenexperimenten bilden für Brown die platonischen Gedankenexperimente. Diese sind sowohl destruktiv wie auch direkt-konstruktiv.¹¹

1. Destruktive Gedankenexperimente

Gedankenexperimente, die eine etablierte Theorie widerlegen sollen, werden destruktiv genannt. Diese Gedankenexperimente bestehen im Kern aus bildhaften Widerspruchsweisen und bedienen sich damit einer etablierten logischen Schlussfigur.

„It is a picturesque 'reductio ad absurdum'; it destroys or at least presents serious problems for a theory, usually by pointing out a shortcoming in its general framework.“¹²

Der Begriff des Widerspruchs ist hier sehr weitläufig aufzufassen. Darunter fallen klassische Kontradiktionen innerhalb einer Theorie ebenso wie Spannungen zwischen der zu kritisierenden Theorie und anderen anerkannten Theorien oder Intuitionen.

Destruktive Gedankenexperimente sind innerhalb der Norton-Brown-Debatte hinsichtlich ihrer Funktion und Methode unstrittig.

2. Konstruktive Gedankenexperimente

Alle drei Formen der konstruktiven Gedankenexperimente zeichnen sich durch das Ziel der Etablierung einer Theorie aus.

a) Vermittelnde Gedankenexperimente

Die Funktion der vermittelnden Gedankenexperimente liegt in der psychologischen Unterstützung einer unabhängig vom Gedankenexperiment ausgearbeiteten Theorie.

„In a mediative thought experiment we start with a given background theory and the thought experiment acts like a midwife in drawing out a new conclusion“¹³

Diese Gedankenexperimente können die Akzeptanz einer logischen Konklusion erleichtern, indem sie ansonsten kontraintuitive Aspekte auf genießbare Weise illustrieren. Ihre Wirkung kann auch vergleichbar mit einem anschaulichen Diagramm sein, das einen ansonsten abstrakt-formalen Beweis visuell vorstellbar und zugänglich macht.

¹¹ Brown (2011a), 33.

¹² Brown (2011a), 33.

¹³ Brown (2011a), 38.

„In a mediative thought experiment a logical relation (deductive or statistical, depending on the case at hand) is clarified between the theory and the conclusion.“¹⁴

Beispielhaft kann hier Maxwells Dämon angeführt werden:¹⁵

Das 1871 durch James Clerk Maxwell formulierte und drei Jahre später von Lord Kelvin *Maxwellscher Dämon* genannte Gedankenexperiment dient zur Klärung der Frage, wie der zweite Hauptsatz der Thermodynamik aufgefasst werden soll. Das Gedankenexperiment soll eine statistische Auffassung des Gesetzes nahelegen. Diese war für Maxwells statistisch-kinetische Wärmetheorie notwendig, da er aus seiner Theorie das zweite Gesetz der Thermodynamik nicht im strengen Sinne, sondern nur in einer statistischen Version ableiten konnte.

Angenommen, zwei Kammern seien durch eine Wand getrennt, in der sich eine Tür befindet, die ohne physikalische Arbeit zu verrichten geöffnet und geschlossen werden kann. Beide Kammern seien mit jeweils einem kalten und einem heißen Gas gefüllt. Die Gase bestehen aus Molekülen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Nun gibt es in einer der Kammern ein kleines flinkes und intelligentes Wesen, in der späteren Literatur Dämon genannt. Dieser Dämon öffnet immer dann die Tür, wenn sich im heißen Gas ein Molekül mit unterdurchschnittlicher Geschwindigkeit auf die Tür zu bewegt, so dass das Molekül die Trennwand passieren kann. Ebenfalls öffnet der Dämon immer dann die Tür, wenn sich im kalten Gas ein Molekül mit überdurchschnittlicher Temperatur auf die Tür zu bewegt. Somit würde nach einiger Zeit das heiße Gas heißer und das kalte Gas kälter werden. Dieses Phänomen würde nahelegen, den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik nicht im strengen, sondern im statistischen Sinne aufzufassen.

Nun läge es für einen Verfechter der strengen Interpretation nahe, die Möglichkeit eines solchen Dämons aus unterschiedlichsten Gründen auszuschließen. Allerdings könnte diesen Einwänden durch einen Abstraktionsschritt entgegnet werden. Es sei eben nicht undenkbar, dass das Ergebnis der dämonischen Tätigkeit auch zufällig ohne Intervention eintreten könne.

¹⁴ Brown (2011a), 41.

¹⁵ Vgl. Abbildung 1.

b) Vermutende Gedankenexperimente

Anders als die vermittelnden Gedankenexperimente stützen vermutende Gedankenexperimente keine vorhandene Theorie, sondern zeigen ein Phänomen auf. Aus diesem Phänomen wird dann eine Hypothese abgeleitet.

„The point of such a thought experiment is to establish some (thought experimental) phenomenon; we then hypothesize a theory to explain that phenomenon.“¹⁶

In seinem Hauptwerk „Philosophiae Naturalis Principia Mathematica“ von 1687 beschreibt Newton in einem Gedankenexperiment ein auftretendes Phänomen und postuliert zur Erklärung die Existenz des absoluten Raumes. Damit grenzt er sich beispielsweise von Leibniz ab, der Raum als Relation zwischen Körpern ansah. Newton sah sein Postulat als beste Erklärung für das folgende Phänomen an:¹⁷

Angenommen, nahezu alle physikalischen Körper bis auf die genannten seien in der Gedankenexperimentwelt verschwunden. Es gäbe nichts mehr, außer einem mit Wasser gefüllten Eimer, der an einem verdrehten Seil, wo auch immer befestigt, aufgehängt und fixiert sei. Nun wird die Fixierung gelöst und das Seil beginnt sich zu entdrillen. Der Eimer beginnt zu rotieren, während das Wasser zu Beginn noch ruht. Es entsteht also eine relative Rotationsbewegung zwischen Eimer und Wasser. Nach einer gewissen Zeit wird jedoch durch Reibung zwischen Eimerwand und Wasser letzteres ebenfalls in eine Rotationsbewegung versetzt, so dass Eimer und Wasser mit der selben Geschwindigkeit rotieren und sich relativ zueinander in Ruhe befinden. Zu diesem Zeitpunkt kann dann beobachtet werden, dass die Oberfläche des Wassers konkav gekrümmt ist. Anfangs- und Endzustand sind insofern identisch, als dass es keine Relativbewegung zwischen Eimer und Wasser gibt. Da gemäß Annahme keine weiteren Körper vorhanden sind, kann auch sonst keine Relativbewegung zwischen Körpern das Phänomen der gekrümmten Oberfläche erklären. Newton schließt daher auf die Existenz eines absoluten Raumes, zu dem relativ gesehen der Eimer und das Wasser im Anfangszustand in Ruhe, im Endzustand jedoch in Bewegung sind.

Auch wenn Newton explizit schreibt „*Diesen Versuch habe ich selbst gemacht.*“¹⁸ ist damit selbstverständlich nicht der gesamte beschriebene Versuch gemeint, sondern nur sein mögliches Äquivalent in unserer gewöhnlichen Umgebung, also eben entgegen der Annahme im Gedankenexperiment mit Relativbewegungen zu vorhandenen Massen.

¹⁶ Brown (2011a), 38.

¹⁷ Vgl. Abbildung 2.

¹⁸ Newton, Isaac: *Mathematische Principien der Naturlehre*, Verlag von Robert Oppenheim, Berlin, 1872.

Gegner des Gedankenexperiments wie Berkley und Mach bezweifeln nicht nur die Hypothese des absoluten Raums, sondern schon das beobachtete Phänomen. Sie behaupten, dass nicht die Relativbewegung zwischen Körpern und absolutem Raum das Phänomen verursacht, sondern weit entfernte Fixsterne die konkave Oberfläche des Wassers verursachen. Daher würde die konkave Oberfläche des Wassers im leeren Universum des Gedankenexperiments auch nicht beobachtet werden können. Eine Hypothese zur Erklärung des Phänomens wäre somit unnötig.

Eine andere Lesart des Gedankenexperiments wird von Norton vertreten. Demnach beabsichtigte Newton mit seinem Experiment nicht die Beschreibung des Phänomens der gewölbten Wasseroberfläche, um daraus dann den absoluten Raum als Erklärung zu postulieren. Statt dessen nutze er das Phänomen, um zwischen relativen und absoluten Bewegungen unterscheiden zu können.

c) Direkte Gedankenexperimente

Ausgehend von unproblematischen Annahmen und Phänomenen entwickeln direkte Gedankenexperimente eine wohlformulierte Theorie.

„They start with unproblematic (thought experimental) phenomena, [they] do not start from a given well-articulated theory – they end with one.“¹⁹

Beispielsweise entwickelte der flämische Physiker Simon Stevin in seinem Buch „Hypomnemata mathematica“, erschienen um das Jahr 1600, das erste bekannte Gedankenexperiment, das zu einer bisher unwiderlegten Erkenntnis in den Naturwissenschaften führte.

Angenommen sei ein schiefes Prisma mit reibungsfreien Oberflächen. Über den Scheitelpunkt und die anliegenden Flächen sei eine Kugelskette gelegt.²⁰

Fraglich sei nun, ob und wie sich die Kette bewegen wird. Die gesamte Kugelskette könnte nach links rutschen, da an dieser Seite mehr Kugeln hängen. Sie könnte jedoch auch nach rechts rutschen, da dort der Winkel der Ebene steiler ist. Oder sie bleibt unbewegt liegen. Wenn man die Kugelskette zu einem geschlossenen Kugelskranz ergänzt, fällt die Antwort leicht. Der Kugelskranz ruht auf der Ebene. Denn falls der Kugelskranz sich bewegen würde, müsste diese Bewegung immer fortwähren, da sich die Kräfteverhältnisse aufgrund der Bewegung, die eine Rotationsbewegung darstellt, nicht ändern würden. Dies

¹⁹ Brown (2011a), 40.

²⁰ Vgl. Abbildung 3.

würde jedoch einem Perpetuum Mobile klassischer Art entsprechen und aller bisherigen Erfahrung zuwider laufen.

Da der untere Teil der Kugelskette symmetrisch unter dem Prisma hängt, kann angenommen werden, dass an dem linken und rechten Ende der Kette die gleiche Kraft anliegt. Daher ist der hängende Teil der Kugelskette für die weitere Betrachtung irrelevant. Somit müssen allein die in Richtung der schiefen Ebene wirkenden Kräfte das Gleichgewicht verursachen und demnach gleich sein. Daraus lässt sich der Einfluss der Neigung der Ebene auf die an einer Masse angreifende Kraft ermitteln und eine Theorie der Kräfte entwickeln, die an auf schiefen Ebenen liegenden Körpern wirken. Diese Theorie deckt sich mit der modernen Auffassung des Superpositionsprinzips. Demnach können Kräfte vektoriell addiert werden. Für einen Körper im statischen Gleichgewicht muss die Summe aller an ihm angreifenden Kräfte Null sein.

3. Platonische Gedankenexperimente

Die nach Brown kontroverseste Form der Gedankenexperimente stellen die platonischen Gedankenexperimente dar. Sie sind eine Kombination aus destruktiven und konstruktiv-direkten Gedankenexperimenten. Demnach widerlegen sie eine etablierte Theorie und entwickeln gleichzeitig ohne neue empirische Daten eine, nicht rein logisch ableitbare, bessere Variante. Das Ergebnis dieser Gedankenexperimente wäre somit ein a priori Wissen in dem Sinne, dass es unabhängig von neuer Erfahrung erworben wurde.

„A platonic thought experiment is a single thought experiment which destroys an old or existing theory and simultaneously generates a new one; it is a priori in that it is not based on new empirical evidence, nor is it merely logically derived from old data; and it is an advance in that the resulting theory is better than the predecessor theory.“²¹

Browns kanonisches Beispiel ist Galileis Gedankenexperiment zum freien Fall, das Galilei in seinen „Discorsi“ 1638 formulierte.

Gemäß einem Aristoteles zugeschriebenen Fallgesetz sei die Fallgeschwindigkeit eines Körpers proportional zu seinem Gewicht. Ein schwerer Körper (S), beispielsweise eine Kanonenkugel, müsse demnach schneller als ein leichter Körper (L), beispielsweise eine Musketenkugel, fallen. Angenommen, man verbindet die beiden Körper (S+L) miteinander

²¹ Brown (2011a), 99.

ohne weitere Gewichte hinzuzufügen. Nun ergeben sich aus diesem Fallgesetz deduktiv zwei Möglichkeiten:

Da der leichte Körper langsamer fällt als der schwere Körper, sollte ersterer den Fall des letzteren abbremsen. Demnach gilt für die Fallgeschwindigkeit (F): $F(S + L) < F(S)$.

Andererseits ist das Gesamtgewicht der beiden verbundenen Körper größer als das Gewicht des schweren Körpers $G(S + L) > G(S)$. Daraus folgt, dass $F(S + L) > F(S)$.

Aus dem Fallgesetz lässt sich also sowohl $F(S + L) < F(S)$ wie auch $F(S + L) > F(S)$ ableiten. Dies stellt eine Kontradiktion dar. Eine Möglichkeit, dieser zu entgehen, besteht darin, anzunehmen, dass alle Körper gleich schnell fallen. Oder anders formuliert:

$F(S + L) = F(S) = F(L)$. Dies entspricht dem Ergebnis des Gedankenexperiments.

II. Eine Epistemologie der Gedankenexperimente

Browns Epistemologie beruht auf der Annahme, dass die Funktionsweise bestimmter Gedankenexperimente mit einer rein empiristischen Erkenntnistheorie nicht hinreichend erklärt werden kann.

„[M]y general contention [is,] that thought experiments are sometimes not arguments from empirically justified premises and they sometimes involve non-sensory intuitions of laws of nature. In other words, some thought experiments transcend experience.“²²

Seine Epistemologie ist weniger durch theoretische Überlegungen als durch Beispiele und Phänomene inspiriert. Seine Argumentation beginnt mit dem Beweis der Möglichkeit des a priori Wissens in der Physik durch das Gedankenexperiment von Galilei. Davon ausgehend nutzt er zwei ontologische Grundannahmen, um das Phänomen des a priori Wissens zu erklären und seine These zu stützen. Er setzt eine platonistische Auffassung der Mathematik und einen Platonismus in der Physik im Sinne einer starken realistischen Auffassung von Naturgesetzen voraus. Daraus entwickelt er dann eine Theorie der Möglichkeit der platonischen Wahrnehmung der Naturgesetze durch besondere Gedankenexperimente.

1. A priori Wissen in der Physik

Brown versteht unter a priori Wissen ein nicht aus sensorischer Wahrnehmung gewonnenes Wissen über eigenständig, also unabhängig von menschlichen Konstrukten, existie-

²² Brown (2004b), 41.

rende Universalien wie Eigenschaften und Relationen. Diese können ähnlich wie mathematische Objekte vom menschlichen Geist wahrgenommen werden. Er grenzt seine Variante des a priori Wissens von anderen gängigen Auffassungen wie bei Platon oder Kant ab. Bei Platon resultiert das a priori Wissen aus einer Erinnerung der unsterblichen Seele an die Formen des platonischen Himmels, während bei Kant a priori Wissen mit den vorgefertigten Strukturen des Denkens verbunden ist.²³

Eine zentrale Rolle in Browns Inspiration zu seiner Epistemologie spielt Galileis Gedankenexperiment zum freien Fall. „*Galileo's thought experiment is quite remarkable and we are justified in calling this a case of a priori knowledge.*“²⁴ Diese These wird mit drei Argumenten gestützt:²⁵

1. „*There have been no new empirical data.*“

Dies folgt allein aus der Definition eines Gedankenexperiments. Zwar beinhaltet das Gedankenexperiment selbstverständlich empirische Daten. Für den Übergang von der alten Theorie zu Galileis Fallgesetz wurden aber keine neuen empirischen Daten gewonnen, die nicht auch bereits in der alten Theorie vorhanden waren.

2. „*Galileo's new theory is not logically deduced from old data. Nor is it any kind of logical truth.*“

Der destruktive Teil des Gedankenexperiments, also die *reductio ad absurdum* des alten Fallgesetzes, kann noch rein logisch aus den Annahmen abgeleitet werden und ist somit aus empiristischer Sicht unproblematisch. Der konstruktive Schluss auf Galileis Fallgesetz lässt sich jedoch nicht logisch ableiten. Ebenso wenig ist das Gesetz eine logische Wahrheit. Es wäre beispielsweise widerspruchsfrei, dass Körper in Abhängigkeit ihrer Farbe unterschiedlich schnell fallen würden.

3. „*The transition from Aristotle's to Galileo's theory is not just a case of making the simplest overall adjustment to the old theory.*“

Auch wenn der Übergang vom Aristoteles zugeschriebenen Fallgesetz zu Galileis Fallgesetz die einfachste Anpassung der alten Theorie an die neu aufgetauchten Daten sein sollte, wurde sie nicht aufgrund des wissenschaftstheoretischen Prinzips der einfachsten Anpassung vollzogen. Nach diesem Prinzip soll eine Theorie im Falle des Auftretens von mit der bisherigen Theorie unvereinbaren Daten nur so-

²³ Brown (2011a), 107.

²⁴ Brown (2011a), 99.

²⁵ Brown (2011a), 99f.

weit verändert werden, wie es zur Erklärung der neuen Daten notwendig sei. Nach Brown war das Maß des epistemischen Glaubens an das Aristoteles zugeschriebene Fallgesetz zu einem Zeitpunkt vor dem Gedankenexperiment jedoch niedriger als das Maß des epistemischen Glaubens an das neu entwickelte Fallgesetz unmittelbar nach dem Gedankenexperiment. Dies könne allein durch das Prinzip der einfachsten Anpassung nicht hinreichend erklärt werden, da nicht nur eine neue, andere, durch neue Erkenntnisse zur Anpassung gezwungene, Theorie entstanden sei, sondern eine bessere Theorie.

Des weiteren bezweifelt Brown generell den Einfluss der Einfachheit und anderer ästhetischer Faktoren auf wissenschaftliche Theorien.

2. Platonismus in der Mathematik

Die platonische Auffassung der Mathematik ist eine der zwei ontologischen Grundlagen der Argumentation Browns. Diese Position wurde in der philosophischen Literatur bereits ausführlich diskutiert.²⁶ Daher wird hier nur, soweit für das Verständnis der weiteren Argumentation notwendig, ein kurzer Abriss der platonistischen Auffassung Browns gegeben.²⁷

Nach Brown gibt es vier zentrale Aspekte des mathematischen Platonismus:

- Mathematische Objekte existieren in gleicher Weise unabhängig vom Menschen wie physikalische Objekte.
- Mathematische Objekte sind abstrakt und existieren außerhalb von Raum und Zeit.
- Wissen über mathematische Objekte ist möglich, da unser Geist die Fähigkeit besitzt, zumindest einige dieser Objekte zu erblicken.
- Dieses Wissen ist a priori in dem Sinne, dass es unabhängig von physikalischer Wahrnehmung gewonnen wurde. Es ist jedoch nicht infallibel.

Die ersten beiden Annahmen sind ontologischer, die letzteren epistemologischer Art.

²⁶ Vgl.

Benacerraf, Paul and Putnam, Hilary (Hg.): *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*, Cambridge University Press, Second edition, Cambridge 1983.

Shapiro, Stewart (Hg.): *The Oxford Handbook of Philosophy of Mathematics and Logic*, Oxford University Press, New York, NY 2005.

Linnebo, Øystein: Epistemological Challenges to Mathematical Platonism, *Philosophical Studies*, 129, 3 (2006), 545–574.

Brown, James R.: *Philosophy of mathematics*, Routledge, New York, NY 2008.

²⁷ Brown (2011a), 72.

Brown formuliert einige Vorteile des Platonismus gegenüber anderen Auffassungen: Er ermögliche ein gutes Verständnis der mathematischen Wahrheiten. Diese seien in ähnlicher Weise wahr, wie es Aussagen über alltägliche physikalische Objekte seien. Ebenfalls könne die Intuition, dass viele Theoreme wirklich wahr sind und es auch sein müssen, erklärt werden. „ $3 > 2$ “ erscheine uns intuitiv klarer als „Protonen sind schwerer als Elektronen“.

„Mathematics is best accounted for by appeal to real Platonic entities; not only do they provide the grounds for mathematical truth, but these abstract objects are also somehow or other responsible for our mathematical intuitions and insights.“²⁸

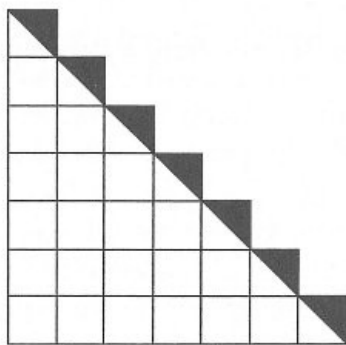
Nach Browns Auffassung wird bei mathematischen Intuitionen und Einsichten in ähnlicher Weise etwas gesehen wie bei seiner platonischen Wahrnehmung in den Gedankenexperimenten. Diese Verknüpfung verdeutlicht er mit Hilfe eines Beweises, in dem die Wahrheit eines Zahlentheorems mittels platonischer Wahrnehmung gesehen werden soll.

„Visual reasoning in mathematics will be tied to thought experiment.“²⁹

Gewöhnlich sind Beweise in der Mathematik formal bzw. symbolisch. Brown behauptet, dass der folgende Beweis jedoch im Kern visuell sei. Ihm zufolge sehen wir in diesem Beispiel im doppelten Wortsinne sowohl klassisch sensorisch mit dem Blick auf die Figur, wie auch platonisch mit dem Blick in das Reich der mathematischen Relationen, direkt das Theorem und dessen Wahrheit. Damit ähnele die Funktionsweise des Beweises denen der Gedankenexperimente.

Gegeben sei folgendes Theorem³⁰: $1 + 2 + 3 + \dots + n = n^2/2 + n/2$

Nach Brown ist die unten abgebildete Figur ein hinreichender Beweis. Brown erörtert jedoch den Bezug zwischen Bild und Theorem noch in nahezu argumentativer Form.



„It may take a moment to see how the proof works. Start counting from the top: $1 + 2 + 3 + \dots + 7$. How many little squares are there? If we square the whole thing, then cut it with a diagonal, we would have the number, except for the little squares along the diagonal, which got cut in half. So add them back on. Now we see that the answer must be half of 7^2 plus half of 7. But this is a special case, where $n = 7$. Nevertheless, once we understand the picture proof we see that it holds for any number, all infinitely many.“³¹

²⁸ Brown (2011a), 67.

²⁹ Brown (2011a), 67.

³⁰ Eine alternative Darstellung der Gaußschen Summenformel.

³¹ Brown (2011a), 91.

Der klassische formal-logische Beweis könnte beispielsweise mittels vollständiger Induktion vollzogen werden.³² Nach Brown ist der visuelle Beweis jedoch unabhängig von anderen Beweismöglichkeiten hinreichend, um eine wahre gerechtfertigte Überzeugung zu erlangen.

3. Platonismus in der Physik

„Wer schon bezüglich der Mathematik Platonist ist, sollte keine Schwierigkeit damit haben, abstrakte Entitäten im Allgemeinen platonistisch zu verstehen. Wer dem zustimmt, benötigt nur noch eine Zutat, um generell bezüglich der Physik oder wenigstens eines wesentlichen Teils der Physik Platonist zu sein. Diese Zutat ist der Platonismus bezüglich Naturgesetzen.“³³

Die zweite ontologische Grundlage der Argumentation Browns ist der Platonismus in der Physik, der mit einer starken realistischen Auffassung von Naturgesetzen einhergeht. Seine starke realistische Position kann von einem schwachen Realismus unterschieden werden. Letzterer besagt, dass Naturgesetze unabhängig von konkreten Erkenntnissen wissenschaftlicher Gemeinschaften wahr oder falsch seien. Nach Browns Platonismus sind Naturgesetze abstrakte Entitäten außerhalb von Raum und Zeit, die in gleicher Weise unabhängig vom Menschen existieren wie physikalische Objekte.³⁴

Brown entwickelt seine Argumentation für den Platonismus in der Physik aus einer Ablehnung des empiristischen Ansatzes.

Der bevorzugte Ansatz moderner Empiristen steht meist in der Tradition David Humes.³⁵ Zentral für diesen Ansatz sind Fragen der Kausalität und des Induktionsschlusses.

Unter Kausalität wird allgemein eine Ursache-Wirkungs-Beziehung verstanden, die drei Bedingungen erfüllt. Erstens müssen Ursache und Wirkung räumlich nah beieinander liegen. Zweitens muss die Ursache der Wirkung zeitlich vorausgehen. Drittens muss eine notwendige Verbindung zwischen Ursache und Wirkung bestehen.

Nach Hume können die ersten beiden Bedingungen in dem Sinne empirisch wahrgenommen werden, dass zwei räumlich und zeitlich nah beieinander liegende Ereignisse wiederholt beobachtet werden können. Die empirische Wahrnehmung der letzten Bedingung sei nicht möglich. *„All events seem entirely loose and separate. One event follows another,*

³² Ein detaillierte Beweis findet sich bei Brown (2011a), 92.

³³ Brown (2011b), 71.

³⁴ Brown (2011a), 107.

³⁵ Vgl. Hume, David: *An enquiry concerning human understanding*, reprinted from the posthumous edition of 1777, 58: <http://www.gutenberg.org/files/9662/9662-h/9662-h.htm>, (2011-03-10).

but we never can observe any tie between them.“³⁶ Beispielsweise können wir eine weiße Billardkugel mit einem Queue so anstoßen, dass sie eine rote Billardkugel trifft. Bei einem zentralen und elastischen Stoß wird dann die weiße Kugel ruhig liegen bleiben, während die rote Kugel mit nahezu gleichem Betrag und nahezu gleicher Richtung der Geschwindigkeit der weißen Kugel losrollt. In diesem Fall interpretieren wir das erste Ereignis, den Stoß der weißen Kugel, als Ursache. Das zweite Ereignis, die Bewegung der roten Kugel, wird als Wirkung angesehen. Diese Ursache-Wirkungs-Beziehung können wir jedoch nicht durch einmalige Beobachtung feststellen. Es wäre auch ein zufälliges raum-zeitliches Aufeinandertreffen von Ereignissen möglich. Ob wirklich eine notwendige Verbindung zwischen den Ereignissen besteht, lässt sich nicht sicher feststellen, sondern nur aufgrund wiederholter Beobachtung vermuten.

*„After a repetition of similar instances, the mind is carried by habit, upon the appearance of one event, to expect its usual attendant, and to believe that it will exist.“*³⁷

Treten die durch frühere Beobachtungen prognostizierten Ereignisse ausnahmslos ein, so gewöhnt sich der Beobachter an diese Regularitäten und bildet daraus Naturgesetze. Demnach beschreiben Naturgesetze keine notwendigen Relationen in der physikalischen Welt, sondern nur Regularien, deren Notwendigkeit vom Menschen postuliert wird. Naturgesetze werden also aus den Regularien abstrahiert. Dieser abstrahierende Schluss von regelmäßig beobachteten Phänomenen auf Naturgesetze wird Induktionsschluss genannt.

Durch induktive Schlüsse kann in ähnlicher Weise auch von einer regelmäßig beobachteten Eigenschaft eines Objekts auf eine feste Verknüpfung zwischen der Eigenschaft und dem Objekt gefolgert werden. Wenn alle bisher beobachteten Raben schwarz waren, kann erwartet werden, dass auch alle zukünftig beobachteten Raben schwarz sein werden. Diese Folgerung kann als allgemeines Gesetz formuliert werden: „Es ist ein Gesetz, dass alle Raben schwarz sind“, oder formal ausgedrückt: $(\forall x) (Ax \supset Bx)$. Das Gesetz drückt also keine notwendige Beziehung aus, sondern nur eine universelle Aussage.

Brown sieht einige Probleme im empiristischen Ansatz. Naturgesetze wären demnach abhängig von beobachtende Lebewesen mit Bewusstsein und Erwartungen, ohne die es auch keine Naturgesetze gäbe. Dies erscheint ihm jedoch kontraintuitiv.

36 Hume, David: *An enquiry concerning human understanding*, reprinted from the posthumous edition of 1777, 58: <http://www.gutenberg.org/files/9662/9662-h/9662-h.htm>, (2011-03-10).

37 Hume, David: *An enquiry concerning human understanding*, reprinted from the posthumous edition of 1777, 59: <http://www.gutenberg.org/files/9662/9662-h/9662-h.htm>, abgerufen 2011-03-10.

Des weiteren beinhalte die Humesche Auffassung die Möglichkeit von fehlerhaften Generalisierungen. Angenommen, in Bobs Büro stünden schon immer nur englischsprachige Bücher. Dann wären alle Bücher, die jemals in Bobs Büro beobachtet wurden, englischsprachig und es könne erwartet werden, dass jedes Buch, das aus Bobs Büro genommen würde, englischsprachig sei. Die letzte Aussage hat die Form eines Humeschen Gesetzes. Nach Brown erscheint es jedoch intuitiv absurd, dies als ein Naturgesetz aufzufassen.³⁸

Diesem Einwand wird häufig dadurch begegnet, dass weitere Bedingungen für den Gesetzesstatus hinzugefügt werden müssen. Es kann verlangt werden, dass ein Gesetz eine wahre, universelle Aussage sei und eine zentrale Rolle in unseren Überzeugungen einnehmen muss. Andere Einwände gestehen nur denjenigen Aussagen Gesetzescharakter zu, die zu Vorhersagen genutzt werden.³⁹

Eine konkurrierende und von Brown bevorzugte Auffassung geht auf Platon zurück und wird heute beispielsweise von Dretske⁴⁰ und Tooley⁴¹ vertreten. Ein weiterer Vertreter einer starken realistischen Position wäre Armstrong.⁴² Bei Armstrong sind Naturgesetze notwendige Relationen zwischen Universalien. Wenn es ein Gesetz gibt, dass Fs Gs sind, gibt es die Universalien F -heit und G -heit und eine notwendige Relation zwischen ihnen: $N(F,G)$. Es gibt also nicht nur schwarze Raben, sondern auch Rabenheit und Schwarzheit, die durch ein Gesetz verbunden sind. Eine Beziehung zwischen Instantiierungen von F und G wird durch die Wirksamkeit der Relation zwischen den Universalien F und G garantiert. Im Gegensatz zum Humeschen Ansatz folgt das Gesetz nicht aus den beobachteten Regularitäten: $(\forall x) (Ax \supset Bx) \nrightarrow N(F,G)$.

Das Gesetz verursacht die Regularitäten: $N(F,G) \rightarrow (\forall x) (Ax \supset Bx)$.

„The basic suggestion is that the fact that universals stand in certain relationships may logically necessitate some corresponding generalization about particulars, and that when this is the case, the generalization in question expresses a law.“⁴³

³⁸ Brown (2011a), 101f.

³⁹ Vgl.

Goodman, Nelson: The Problem of Counterfactual Conditionals, *Journal of Philosophy* 44 Nr. 5 (1947), 113 – 128.

Ayer, Alfred J.: What is a Law of Nature, *Revue Internationale de Philosophie* 10 (1956), 144 – 165, bzw. Curd, Martin (Hg.): *Philosophy of science : the central issues*, Norton, New York, NY, 1988.

Braithwaite, Richard B.: *Scientific Explanation: A Study of the Function of Theory, Probability and Law in Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1968.

⁴⁰ Dretske, Fred I.: Laws of Nature, *Philosophy of Science*, Vol. 44, No. 2. (1977), 248-268.

⁴¹ Tooley, Michael: The Nature of Laws, *Canadian Journal of Philosophy*, Vol. VII, No. 4. (1977), 667 – 698.

⁴² Armstrong, David M.: *What is a Law of Nature?*, Cambridge University Press, Cambridge, 1985.

⁴³ Tooley, Michael: The Nature of Laws, *Canadian Journal of Philosophy*, Vol. VII, No. 4. (1977), 672.

Gesetze sind dann kontingent in dem Sinne, dass sie in anderen Welten andere Beziehungen ausdrücken könnten, und notwendig in Bezug auf die Gültigkeit der Beziehung, die sie ausdrücken.

Diese starke realistische Ansicht von Gesetzen bringt nach Brown einige Vorteile mit sich. Beispielsweise kann objektiv zwischen echten Gesetzen und fehlerhaften Generalisierungen unterschieden werden. Außerdem existieren Gesetze unabhängig von uns. Sie können für echte Erklärungen genutzt werden und stellen nicht nur Zusammenfassungen von Ereignissen dar. Des weiteren scheint es ihm intuitiv, dass beispielsweise mögliche Interaktionen zwischen bestimmten Arten von physikalischen Partikeln auch dann Gesetzen unterliegen würden, wenn diese Interaktionen nie realisiert würden und es somit keine zu verallgemeinernden Regularitäten gäbe.⁴⁴

4. Die platonische Wahrnehmung

„Thought experiments are telescopes into the abstract realm.“⁴⁵

Eine starke realistische Auffassung der Naturgesetze wäre nur ontologischer Ballast, wenn es nicht auch möglich wäre, ähnlich wie im Platonismus der Mathematik, die Naturgesetze in irgendeiner Form zu erfassen. Hier setzt nun Browns Epistemologie der Gedankenexperimente an:

„I want to suggest that the way some thought experiments work - the Platonic ones – is by allowing us to grasp the relevant universals. The epistemology of thought experiments is similar to the epistemology of mathematics. Just as we sometimes perceive abstract mathematical entities, so we sometimes perceive abstract universals.“⁴⁶

Diese Wahrnehmung führe im Unterschied zu klassischen Konzepten des a priori Wissens nicht zu sicherem Wissen, sondern sei prinzipiell fehlbar.

„Intuitions are open to mistakes, just as ordinary sense perceptions are.“⁴⁷

Brown verteidigt die Fehlbarkeit hier mit einer Analogie zwischen gewöhnlicher sensorischer und platonischer Wahrnehmung.⁴⁸ Parallel zu dieser Argumentation lehnt er sein a priori Wissen wieder an den Platonismus in der Mathematik an und stellt fest, dass es auch

44 Brown (2011a), 103.

45 Brown (2004a), 1131.

46 Brown (2011a), 107.

47 Brown (2004b), 34.

48 Vgl. Abschnitt D. I.

in der Mathematik falsche Theoreme gab, die aufgedeckt und dann nachgebessert oder verworfen wurden. Beispielhaft könnten Russells Antinomien angeführt werden. Gewissheit im Sinne der Unfehlbarkeit sei jedoch schon seit Gödel nicht mehr Teil des zeitgenössischen Platonismus. Ähnliches gelte nach Brown auch für die platonische Wahrnehmung der Naturgesetze in Gedankenexperimenten.

Brown bezeichnet seine Theorie des a priori Wissens über die Natur explizit als Vermutung. Er sieht, anders als beispielsweise Descartes, kein gültiges a priori Argument für seine Epistemologie. Sie stellt nur eine Hypothese dar, mit der er versucht, das seltsame Phänomen der erfolgreichen Gedankenexperimente in den Naturwissenschaften zu erklären. Die Annahme von unabhängig existierenden Naturgesetzen und das Vermögen unseres Geistes, diese mit Hilfe besonderer Gedankenexperimente erfassen zu können, sei einfach die beste Erklärung.

C. Gedankenexperimente bei Norton

Norton stellt eine Minimaldefinition der Gedankenexperimente durch zwei notwendige Bedingungen auf und führt zur Illustration einige Beispiele an.

„Thought experiments are arguments which:

(i) posit hypothetical or counterfactual states of affairs, and

(ii) invoke particulars irrelevant to the generality of the conclusion“⁴⁹

Die erste Bedingung soll Gedankenexperimente von Beschreibungen echter Experimente unterscheiden. Nach Norton ist es beispielsweise nicht möglich, ein Gedankenexperiment mit der zentralen Grundannahme zu formulieren, dass die Flugbahn von Projektilen nahe der Erdoberfläche annähernd parabolisch sei, da dies nur eine Beschreibung der Realität wäre. Im Unterschied zu Brown betont Norton also die hypothetischen bzw. kontrafaktischen Eigenschaften von Gedankenexperimenten.⁵⁰

Die zweite Bedingung soll den experimentellen Charakter sicherstellen. In Einsteins Aufzug-Gedankenexperiment⁵¹ wird beispielsweise ein Beobachter im Fahrstuhl angenommen, der Physiker sei, durch Betäubungsmittel bewusstlos wurde in einer ominösen Box,

⁴⁹ Norton (1991), 129.

⁵⁰ Norton (1991), 130.

⁵¹ Einstein, Albert / Enfield, Leopold: Die Evolution der Physik, Rowohlt, Hamburg 2004.

dem Fahrstuhl, aufwachte. Solche konkreten Details sind für die eigentliche Funktion und Allgemeingültigkeit der Ergebnisse des Gedankenexperiments überflüssig.

Diese Bedingungen sind nach Norton nicht hinreichend. Es könnten beispielsweise zu einem klassischen Argument zusätzlich sehr konkrete und kontrafaktische, aber irrelevante Prämissen hinzugefügt werden, ohne dass daraus notwendig ein Gedankenexperiment würde. Eine vollständige Definition der Gedankenexperimente sei jedoch nicht nötig.

„For my purpose, there is no need to pursue the question of sufficient conditions.“⁵²

D. Nortons empiristische Auffassung der Gedankenexperimente

Nortons Epistemologie basiert auf einer konservativen, empiristischen Wissenschaftsphilosophie: *„Knowledge is experience suitably organized and generalized.“⁵³*

Dies gelte ihm zufolge auch für Gedankenexperimente. Insofern sie Wissen über die Natur ermöglichen, beruhe dies auf den üblichen Ressourcen wie gewöhnlicher Erfahrung und daraus abgeleiteten Inferenzen.

Da Gedankenexperimente keine neuen experimentellen Daten beinhalten, könnten sie nur vorhandenes Wissen reorganisieren, generalisieren oder explizieren. Sie leiten uns von Annahmen zu Konklusionen. Somit sind sie Argumente. Falls sie ihre Prämissen nur reorganisieren, sind sie deduktiv. Falls sie generalisieren sind sie induktiv. Die Ergebnisse der Gedankenexperimente sind nur insoweit verlässlich, wie die Annahmen wahr und die Inferenzen gültig sind.

„Insofar as they tell us about the world, I shall urge that thought experiments draw upon what we already know of it, either explicit or tacitly; they then transform that knowledge by disguised argumentation. They can do nothing more epistemically than can argumentation.“⁵⁴

I. Gewöhnliche und platonische Wahrnehmung

Brown gesteht zu, dass platonische Wahrnehmung fallibel sei. Er sieht jedoch eine Analogie zwischen platonischer Wahrnehmung in Gedankenexperimenten und klassischer sensorischer Wahrnehmung. Letztere sei ebenfalls prinzipiell fehlerhaft, dennoch würden wir

⁵² Norton (1991) 130.

⁵³ Norton (1996), 335.

⁵⁴ Norton (2004b), 44.

weder die Realität der Objekte dieser Wahrnehmung anzweifeln, noch die grundsätzliche Verlässlichkeit der Wahrnehmung.⁵⁵

Norton weist die Analogie zurück, da die Mechanismen der platonischen Wahrnehmung völlig mysteriös seien, während die der sensorischen Wahrnehmung bekannt seien. Daher sei es möglich, Situationen, in denen wir unseren klassischen Sinnen trauen könnten, von denen zu unterscheiden, in denen wir skeptisch sein müssten. Beispielsweise verlieren wir unsere Fähigkeit zur Tiefenwahrnehmung, wenn wir ein Auge schließen. Dunkelheit beeinträchtigt unser gesamtes Sehvermögen. Große Entfernungen lassen uns Dinge sehr klein erscheinen und verhindern einen zuverlässigen Geruchssinn. Diese Kriterien für erfolgreiche Wahrnehmung könne man für die platonische Wahrnehmung nicht aufstellen.⁵⁶

„The mechanism of perception of Platonic laws is essentially completely mysterious. We have no understanding of why this perception succeeds when it succeeds and fails when it fails.“⁵⁷

Dem entgegnet Brown wiederum mit dem Einwand, dass wir gewöhnliche Sinneswahrnehmung auch nicht verstehen würden. Wir versänden zwar beispielsweise den physikalischen Prozess des Sehens im Sinne der Reflexion eines Photons von einem Objekt und den neuronalen Aktivitäten im visuellen Cortex. Aber wie von da an Überzeugungen oder Wissen über das gesehene Objekt gebildet werden, ist immer noch völlig mysteriös. Außerdem haben sich Menschen in früheren Zeiten auch schon erfolgreich auf ihre Sinneswahrnehmungen verlassen, bevor sie deren Mechanismen kannten. Verständnis für die Mechanismen der Wahrnehmung könne demnach kein notwendiges Kriterium für Verlässlichkeit sein.⁵⁸

Norton akzeptiert diese Antwort nicht. Selbst wenn zugestanden werde, dass die letzten Mechanismen der sensorischen Wahrnehmung in ihrer Funktion ungeklärt seien, müsse akzeptiert werden, dass es zahlreiche Regularien und Kriterien für ihre Verlässlichkeit gäbe, die die Analogie zwischen platonischer und klassisch sensorischer Wahrnehmung scheitern lassen. *„I do not accept this defense, since this final link in ordinary perception is controllable by many regularities, unlike Platonic perception.“⁵⁹*

Unabhängig von der problematischen Analogie zwischen platonischer und gewöhnlicher Wahrnehmung stellt sich jedoch die Frage der epistemischen Verlässlichkeit der Gedankenexperimente.

⁵⁵ Brown (2011), 108.

⁵⁶ Norton (2004b), 57.

⁵⁷ Norton (1996), 360.

⁵⁸ Brown (2011), 108.

⁵⁹ Norton (1996), 360 Fussnote 48.

II. Die Verlässlichkeitsthese

„If thought experiments can be used reliably epistemically, then they must be arguments (construed very broadly) that justify their outcomes, or reconstructible as arguments.“⁶⁰

Um Gedankenexperimente verlässlich im epistemischen Sinne nutzen zu können, müssen sie Argumente im weitesten Sinne sein oder sich zumindest als solche rekonstruieren lassen. Nortons Verlässlichkeitsthese ist demnach eine hypothetisch formulierte normative Forderung. Sie beruht auf der Annahme, dass nur Argumente fähig und ausreichend verstanden seien, um von Prämissen auf Konklusionen zu schließen.

Wie mehrfach festgestellt, sind Gedankenexperimente fallibel. Allerdings gibt es einige Gedankenexperimente, die so formuliert sind, dass wir ihren Ergebnissen vertrauen. Diese sollten wahrnehmbare gemeinsame Kennzeichen aufweisen. Norton schlägt vor, eine besondere innere Struktur der Gedankenexperimente als Kennzeichen anzunehmen. Bekannte Strukturen, die als mögliches Kennzeichen infrage kämen, wären beispielsweise sehr allgemeine logische Schemata. *„Systematizable distinction of form and content is all we need to say that we have a logic in the most general sense.“⁶¹* Er argumentiert weiter, dass diese Schemata je nach Typus wahrheits- oder wahrscheinlichkeitskonservierend sein müssten. Andererseits müssten sie so einfach verständlich und anwendbar sein, dass sie im Vollzug des Gedankenexperiments implizit genutzt werden könnten. Gewöhnliche, durch Logik legitimierte Argumentationsformen würden diese Kriterien erfüllen und wären somit geeignete Kandidaten für das gesuchte gemeinsame Kennzeichen.

Norton behauptet jedoch nicht, dass Nutzer von Gedankenexperimenten sich implizit an strenge logische Argumentationsschemata halten. Er geht davon aus, dass die Tätigkeit der Logiker seit Beginn der Disziplin unter anderem darin bestehe, erfolgreiche Schemata aus konkreten Argumentationen zu extrahieren und diese dann zukünftig zum normativen Gebrauch zur Verfügung zu stellen. Demnach entwickle sich die Logik, indem sie sich eben auch der erfolgreichen kreativen Bemühungen der Gedankenexperimentierer bediene. Eine besondere Gedankenexperiment-Logik sei somit nicht zu erwarten.⁶²

⁶⁰ Norton (2004a), 1143.

⁶¹ Norton (2004b), 53.

⁶² Norton (2004b), 54.

III. Die Eliminationsthese

„The claim that any thought experiment can be replaced by an argument without the character of a thought experiment, I called the 'elimination thesis'. [...] Further, on my view, these elements [particulars] are always eliminable without compromising our ability to arrive at the conclusion, although the elimination may make the argument for the conclusion considerably more complicated.“⁶³

Gemäß Nortons Minimaldefinition enthalten Gedankenexperimente notwendig konkrete Einzelheiten und Details, die nicht für die Allgemeingültigkeit der Konklusion benötigt werden. Die Eliminationsthese besagt, dass jedes Gedankenexperiment auch ohne die für Gedankenexperimente typischen Einzelheiten formuliert werden könne und das angestrebte Ergebnis dadurch zwar eventuell schwieriger zu erreichen, jedoch nicht prinzipiell gefährdet sei. Somit wäre die rekonstruierte Variante kein Gedankenexperiment mehr, könne aber trotzdem das ursprüngliche Ergebnis liefern.

Norton behauptet weiter, dass alle Details eines Gedankenexperiments allein durch deduktive oder induktive Schritte eliminiert werden könnten.

Beispielsweise werden bei destruktiven Gedankenexperimenten gewöhnlich die irrelevanten Einzelheiten in ein konkretes Gegenbeispiel eingebunden und dies dann einer universellen Aussage gegenübergestellt. Aus dem dabei entstehenden Widerspruch wird dann das Ergebnis des Gedankenexperiments geschlossen. Diese Art der Gedankenexperimente kann durch einen klassischen deduktiven Widerspruchsbeweis rekonstruiert werden. Hierbei wird gezeigt, dass die Konjunktion der Prämissen oder ihrer Implikationen eine Kontradiktion darstellen. Sehr starke Gedankenexperimente wie das nach Brown konstruktiv-direkte Gedankenexperiment von Stevin können ebenfalls deduktiv rekonstruiert werden.

Bei der induktiven Rekonstruktion wird angenommen, dass die Details des Gedankenexperiments entweder typisch, oder für das Ergebnis des konkret beschriebenen Gedankenexperiments nicht relevant seien. Falls sie typisch seien, wären sie nicht nur im konkreten Fall, sondern auch in allen anderen Fällen vorhanden. Falls sie irrelevant seien, können sie auch ohne Auswirkung auf das angestrebte Ergebnis variieren. Somit sei ein induktiver Schluss von dem behandelten Fall auf weitere Fälle unproblematisch möglich.⁶⁴

⁶³ Norton (1996), 336.

⁶⁴ Norton (1991), 131.

IV. Die Rekonstruktionsthese

„All thought experiments can be reconstructed as arguments based on tacit or explicit assumptions. Belief in the outcome-conclusion of the thought experiment is justified only insofar as the reconstructed argument can justify the conclusion.“⁶⁵

Die Rekonstruktionsthese besagt nicht nur, dass alle Gedankenexperimente als Argumente rekonstruiert werden können, sondern behauptet, dass das Vertrauen in das Ergebnis eines Gedankenexperiments nur insofern gerechtfertigt sei, wie das entsprechende Argument seine Konklusion rechtfertigt.

Da die Verlässlichkeitsthese nur die Möglichkeit der argumentativen Rekonstruktion für zuverlässig nutzbare Gedankenexperimente fordert, geht Nortons Rekonstruktionsthese über erstere hinaus. Letztere stellt keine hypothetische Forderung, sondern eine Behauptung auf. Dies begründet Norton durch seine Eliminationsthese. Die Kombination aus Eliminationsthese und Verlässlichkeitsthese ergebe die Rekonstruktionsthese.

Da der erste Teil der Aussage eine universelle Aussage darstellt, könnte sie durch ein einziges Gegenbeispiel widerlegt werden. Bisher ist es Norton jedoch gelungen, alle ihm vorgelegten Gedankenexperimente zu rekonstruieren. Im Folgenden sollen zwei Rekonstruktionen vorgestellt werden.⁶⁶

1. Der visuelle Beweis eines Theorems der Zahlentheorie

Brown führt den visuellen Beweis des Zahlentheorems $1 + 2 + 3 + \dots + n = n^2/2 + n/2$ als Indiz dafür an, dass in der Mathematik manchmal Beweise und Theoreme im platonischen Sinne gesehen, also mit einem Auge des Geistes erfasst werden können. Er vermutet, dass dieser Beweis nicht als Argument rekonstruiert werden könne.

Norton entwickelt eine mögliche Rekonstruktion:

1. *Annahme:* Jedes kleine Quadrat entspricht einer arithmetischen Einheit.
2. *aus dem Bild:* Die Figur besteht aus $(n=7)$ Spalten von Quadraten, jeweils eins, zwei, drei ... $(n=7)$ übereinander.
3. *aus 1 und 2:* Die Gesamtzahl aller kleinen Quadrate entspricht der gesuchten Summe $1 + 2 + \dots + (n=7)$.

⁶⁵ Norton (1996), 339.

⁶⁶ Norton (1991), 131.

4. *aus dem Bild*: Die Gesamtzahl der Quadrate entspricht der Summe der Anzahl der Quadrate in den schattierten und unschattierten Teilen.
5. *aus dem Bild*: Der unschattierte Teil entspricht der Hälfte eines $(n=7) \times (n=7)$ Quadrates.
6. *Annahme*: Ein $(n=7) \times (n=7)$ Quadrat enthält $(n=7)^2$ Flächeneinheiten.
7. *aus 5 und 6*: Der unschattierte Teil enthält $(n=7)^2 / 2$ Flächeneinheiten.
8. *aus dem Bild*: Der schattierte Teil besteht aus einem halben Quadrat je Spalte.
9. *aus 2 und 8*: Es gibt $(n=7) / 2$ schattierte Quadrate.
10. *aus 4, 7 und 9*: Die Gesamtzahl der Quadrate beträgt $(n=7)^2 / 2 + (n=7) / 2$ Quadrate. Dies entspricht dem gesuchten rechten Teil des Theorems.

Nach Norton wird beim Betrachten des Bildbeweises diese oder eine ähnliche Rekonstruktion im Geiste durchgeführt. Erst danach akzeptieren wird die Figur als Beweis. Allerdings finden insbesondere die Annahmen, aber auch einige Ableitungsschritte, implizit, also unterbewusst statt. Auch wenn dieser Beweis kein formal-logischer Beweis im strengen mathematischen Sinne sein sollte, ist er dennoch ein überzeugendes Argument. Die Annahmen sind unkontrovers und die Schlüsse gültig. Eine platonische Wahrnehmung wird nicht benötigt. Man könnte einfache mathematische Intuitionen wie die Addition der unterschiedlich gefärbten Quadrate als platonische Wahrnehmung bezeichnen. Dies wäre jedoch eine Trivialisierung der platonischen Wahrnehmung. Auch der induktive Schritt von der konkreten Anzahl an Spalten zu einer beliebigen Anzahl könnte als platonische Wahrnehmung aufgefasst werden. Aber auch dies wäre trivial. Das rekonstruierte Argument beinhaltet nicht nur eine konkrete Anzahl an Spalten, sondern eine Variable n , die offensichtlich für jede beliebige natürliche Zahl steht.⁶⁷

2. Rekonstruktion des Gedankenexperiments zum freien Fall

Wie schon angeführt wurde, stellt Galileis Gedankenexperiment das kanonische Beispiel für Browns platonische Gedankenexperimente dar. Daher soll Nortons Rekonstruktion hier ausführlich wiedergegeben werden.⁶⁸

⁶⁷ Norton (1996), 351 f.

⁶⁸ vgl. Norton (1996), 341; Brown (2011a), 70.

1. *Annahme*: Die Geschwindigkeit fallender Körper in einem gegebenen Medium sei proportional zum Gewicht der Körper.
2. *aus 1*: Wenn ein großer Stein mit acht Geschwindigkeitseinheiten fällt, muss ein halb so schwerer Stein mit vier Geschwindigkeitseinheiten fallen (lineare Einheitenskalen vorausgesetzt).
3. *Annahme*: Wenn ein langsamer fallender Stein mit einem schneller fallenden Stein verbunden würde, müsste ersterer letzteren bremsen.
4. *aus 3*: Wenn die Steine aus dem zweiten Schritt verbunden werden, muss die Fallgeschwindigkeit weniger als acht Einheiten betragen.
5. *Annahme*: Der Verbund der Steine habe ein höheres Gewicht als der einzelne große Stein.
6. *aus 1 und 5*: Der Verbund muss mit einer Geschwindigkeit größer als acht Einheiten fallen.
7. *aus 4 und 6*: Kontradiktion.
8. Um die Kontradiktion zu verhindern sollten wir Annahme 1 verwerfen.
9. Alle Steine fallen gleich schnell.

Bis zur Kontradiktion im siebten Schritt stellt die Rekonstruktion eine klassische *reductio ad absurdum* dar. Dies entspricht auch Browns Auffassung eines platonischen Gedankenexperiments, dessen erster Schritt die Widerlegung einer Theorie sei. Der neunte Schritt ist jedoch umstritten.

Nach Brown findet an dieser Stelle die platonische Wahrnehmung statt. „*The right answer is plain as day*“⁶⁹. Formal-logisch kann nur die Negation einer der Annahmen abgeleitet werden. Der durch das Gedankenexperiment ermöglichte Blick in das platonische Reich der Naturgesetze legitimiere den umstrittenen neunten Schritt.

Gemäß Norton kann der neunte Schritt feingliedriger zerlegt und rekonstruiert werden. Die Rekonstruktion hängt von den weiteren impliziten Annahmen des Gedankenexperimentators ab.

- 8a. *Annahme*: Die Geschwindigkeit fallender Körper hängt nur von ihrem Gewicht ab.

⁶⁹ Brown (1991), 123.

Wenn diese Annahme unterstellt werden darf, ist der neunte Schritt unproblematisch. Die allgemeinste brauchbare Theorie geht davon aus, dass die Geschwindigkeit eines fallenden Körpers durch eine, wie auch immer sonst geartete, monoton steigende Funktion beschrieben wird. Jede nicht-monotone Funktion würde die mathematische Möglichkeit beinhalten, dass ein Körper mit dem Gewicht x langsamer falle, als ein Körper mit dem Gewicht $2x$, jedoch schneller als ein Körper mit dem Gewicht $3x$. Die soll ausgeschlossen werden. Galileis Theorie geht von einer konstanten Funktion aus. Vor diesem Hintergrund kann der neunte Schritt näher beleuchtet werden.

- 8a. *Annahme*: Die Geschwindigkeit fallender Körper hängt nur von ihrem Gewicht ab.
- 8b. *Annahme*: Die Geschwindigkeit fallender Körper kann durch eine wie auch immer geartete monoton wachsende Funktion ihrer Gewichte beschrieben werden
- 8c. *aus 3 und 5*: Falls die Funktion an einer beliebigen Stelle streng monoton steigend sein sollte, gibt es einen Verbund zweier Körper, dessen Fallgeschwindigkeit zwischen den Fallgeschwindigkeiten seiner leichteren Komponenten liegt.
- 8d. Die Konsequenzen aus 8c stehen im Widerspruch zu 8b.
- 9. *aus 8d*: Die Funktion muss eine konstante Funktion sein. Alle Körper fallen gleich schnell.

Demnach könne mit Hilfe der impliziten Annahme 8b der neunte Schritt ebenfalls als Argument rekonstruiert werden. Das ursprüngliche Fallgesetz lässt sich durch eine linear steigende Funktion beschreiben. Da linear steigende Funktionen eine Untergruppe der in 8b geforderten monoton wachsenden Funktionen sind, ist die Annahme 8b unproblematisch.

Das Argument ist somit formal gültig. Die Annahme 8a ist jedoch empirisch fragwürdig. Bei einem Fallexperiment in einem Medium, beispielsweise Luft, ist diese Annahme falsch. Die Fallgeschwindigkeit hängt dann bekanntlich unter anderem auch von der Form der Körper ab. Die gesamte Überzeugungskraft des rekonstruierten Arguments hängt also von der Überzeugungskraft der Annahme 8a ab. Selbiges gilt auch für das Gedankenexperiment.⁷⁰

70 Norton (1996), 340 – 345.

V. Gedankenexperimente sind Argumente

In seiner Rekonstruktionsthese behauptet Norton, dass jedes Gedankenexperiment als Argument rekonstruiert werden kann. Die Rekonstruktionsthese schließt nicht aus, dass das Ergebnis eines Gedankenexperiments durch platonische Wahrnehmung gewonnen sei und die argumentative Rechtfertigung ex post formuliert wurde. Seine Hauptthese geht darüber hinaus und identifiziert Gedankenexperimente mit Argumenten. Demnach besteht der Vollzug eines Gedankenexperiments in der Ausführung eines Arguments. Gedankenexperimente wären somit faktisch Argumente.

„The actual conduct of a thought experiment consists of the execution of an argument, although this may not be obvious since the argument may appear only in abbreviated form and with suppressed premises.“⁷¹

Nortons Stützung seiner gegenüber der Rekonstruktionsthese deutlich stärkeren Hauptthese besteht im Verweis auf die erstaunliche Parallelität der Verlässlichkeit der Ergebnisse von Gedankenexperiment und Rekonstruktion. Wie exemplarisch an Galileis Gedankenexperiment gezeigt wurde, führen Gedankenexperimente genau dann zu einem erfolgreichen Ergebnis, wenn auch die zugehörige Rekonstruktion den Schluss aus den Prämissen zur Konklusion ermöglicht. Darüber hinaus kann anhand der Rekonstruktion auch gezeigt werden, ob und warum Gedankenexperimente scheitern. Sie scheitern genau dann, wenn in den rekonstruierten Argumenten die Prämissen inakzeptabel oder die Schlüsse ungültig sind.

Norton konstatiert, dass die Akzeptanz seiner Hauptthese die beste Erklärung für das Phänomen der Koinzidenz der Zuverlässigkeit der Ergebnisse von Gedankenexperimenten und Rekonstruktionen sei. Darüber hinaus sprächen auch wissenschaftstheoretische Aspekte wie beispielsweise Ockhams Rasiermesser, also das Sparsamkeitsprinzip, für seine These. Da die platonische Wahrnehmung aufgrund der fehlenden Kriterien der Analyse und Bewertung epistemisch irrelevant sei, gäbe es keinen Grund, sie weiterhin anzunehmen.

„My goal in this chapter [was] to state and defend an account of thought experiments as ordinary argumentation that is disguised in a vivid pictorial or narrative form.“⁷²

⁷¹ Norton (1996), 354.

⁷² Norton (2004b), 45.

E. Kritische Betrachtung der Positionen

Browns Epistemologie beruht auf der Annahme, dass Gedankenexperimente uns ermöglichen a priori Wissen über die physikalische Welt zu erwerben. Um dies plausibel zu erklären, werden ontologische Voraussetzungen wie die starke realistische Auffassung von Naturgesetzen und die Möglichkeit platonischer Wahrnehmung postuliert.

Fraglich ist, warum Brown die platonischen Gedankenexperimente besonders hervorhebt, da a priori Wissens ebenfalls bei den konstruktiv-direkten Gedankenexperimenten auftreten sollte. Nach Brown steht am Ende beider Varianten eine wohlformulierte Theorie, die aus den im Gedankenexperiment gesehenen Phänomenen beruht, also in seiner Terminologie ein a priori Wissen über die physikalische Welt darstellt. Der Unterschied zwischen platonischem und konstruktiv-direktem Gedankenexperiment scheint nur in der zusätzlichen destruktiven Funktion ersterer zu liegen, die jedoch weitgehend unstrittig ist.

Eine fundamentale Kritik an seiner Position könnte das a priori Wissen gänzlich leugnen, da Brown keine zwingenden Argumente vorträgt. Er gibt zwar einige Beispiele an, die a priori Wissen prima facie nahelegen, jedoch konnte Norton bisher in allen Fällen eine zufriedenstellende Erklärung für den Erkenntniszuwachs liefern, die ohne a priori Wissen auskommt. Somit wäre keine Erklärung der mystischen Kraft der Gedankenexperimente erforderlich. Platonische Reiche und Wahrnehmungen würden, zumindest bezüglich einer Epistemologie der Gedankenexperimente, zu ontologischem Ballast verkommen.

Angenommen, Gedankenexperimente seien fähig, uns a priori Wissen über die physikalische Welt zu ermöglichen. Dann ist weiterhin fraglich, inwiefern Browns Postulate Erklärungskraft entfalten.

Sein platonisches Reich der Gesetze kann zwar in seiner dargelegten Funktion einige Probleme des empiristischen Ansatzes, wie beispielsweise die fehlende Diskriminierungsfähigkeit zwischen notwendigen Gesetzen und kontingenten Regularien, lösen. Andererseits sind Browns weitere Kritikpunkte am empiristischen Ansatz problematisch. Seine intuitive Ablehnung der Abhängigkeit der Naturgesetze von der Menschheit ist kritisch zu betrachten. Geht man davon aus, dass es ohne Menschen auch keine Sprache gäbe, ist fraglich, wie dann ein Gesetz unabhängig von Sprache beschaffen sein sollte. Des weiteren kann angezweifelt werden, dass der Verweis auf sich regelmäßig wiederholende und ausnahmslos zu beobachtende Ereignisverläufe in der physikalischen Welt weniger Erklä-

rungskraft besitze, als der Verweis auf ein abstraktes platonisches Gesetz, solange seine Eigenschaften und Wirkungsweisen nicht konkreter beschrieben werden.

Die platonische Wahrnehmung bleibt unscharf, da ihre Funktionsweise nur unzureichend ausgeführt wird. Da die platonische Wahrnehmung nicht infallibel ist, wären analog zur klassisch-sensorischen Wahrnehmung Kriterien zur Verlässlichkeit der Ergebnisse der Wahrnehmung wünschenswert.

Es fällt auf, dass Brown in der Beschreibung der Funktionsweise der platonischen Wahrnehmung eine sehr bildhafte Sprache benutzt. Eine Interpretation kann sich zwischen zwei Extremen bewegen. Werden seine Formulierungen metaphorisch verstanden, bleibt unklar, was er genau meint. Eine verbalitere Auffassung führt zu absurden Konsequenzen. Wenn beispielsweise beim Vollzug von Gedankenexperimenten ein Sehen der Naturgesetze im buchstäblichen Sinne angenommen wird, müsste Brown unter anderem eine Theorie über die Oberflächeneigenschaften von Naturgesetzen bezüglich Lichtreflexionen nachliefern. Daher kann begründet vermutet werden, dass eine metaphernnahe Interpretation der Intention Browns am ehesten gerecht werde. Dies wäre aber gleichzeitig eine Aufforderung an ihn, seine Metaphern zu paraphrasieren und weiter zu erläutern.

Nortons Epistemologie beruht auf der Annahme, dass Gedankenexperimente Argumente seien und ihre Ergebnisse nur auf den üblichen Ressourcen wie gewöhnlicher Erfahrung und daraus abgeleiteten Inferenzen basieren. Damit bezweifelt er Browns Phänomen des a priori Wissens.

Seine Argumentationsstrategie besteht darin, in einem ersten Schritt die Verständlichkeit und die Verlässlichkeit der platonischen Wahrnehmung und somit auch ihre Erklärungskraft bezüglich der epistemischen Kraft der Gedankenexperimente begründet anzuzweifeln. Seine Einwände gegen Browns Analogie zwischen platonischer und gewöhnlicher Wahrnehmung sind dabei überzeugend. In einem zweiten Schritt argumentiert er auf der Grundlage dreier Thesen für seine Position.

Die Plausibilität der Verlässlichkeitsthese hängt von der Akzeptanz seiner Annahme ab, dass nur Argumente den Schluss von Prämissen auf Konklusionen ermöglichen. Wenn Argumente im weitesten Sinne verstanden werden, ist dies unproblematisch. Eine Konkretisierung seiner Auffassung von Argumenten wäre jedoch wünschenswert. In welche Richtung dies gehen könne, deuten seine Ausführungen zu allgemeinen logischen Schemata und zum evolutionären Charakter der Logik bereits an.

Die prinzipiellen Schwierigkeiten der Eliminationsthese liegen in der Identifikation der irrelevanten Details und der Abstraktion und Generalisierung selbiger für die universellen Prämissen der Rekonstruktion. Norton liefert keine allgemein anwendbare Methode, um zu erläutern, wie hierbei vorzugehen sei. Ebenso wenig begründet er, warum die Elimination grundsätzlich möglich sein sollte. Eine schwächere These vertritt Tamar Szabó Gendler.⁷³ Diese geht ebenfalls davon aus, dass Gedankenexperimente als Argumente rekonstruiert werden können. Allerdings werden dabei im Gegensatz zu Norton noch modale Prämissen und Bezüge auf Details zugelassen. Für Nortons These spricht jedoch, dass er diese Schwierigkeiten der Identifikation, Abstraktion und Generalisierung bisher in allen Beispielen bewältigen konnte. Dies schließt allerdings nicht aus, dass zukünftig ein Gedankenexperiment auftauchen könnte, bei dessen Rekonstruktion Norton scheitert. Daraus würde jedoch nicht folgen, dass das Gedankenexperiment generell nicht rekonstruierbar sei.

Seine argumentativen Rekonstruktionen aller bisher strittigen Gedankenexperimente rechtfertigen erhebliche Zweifel an Browns Phänomen des a priori Wissens. Norton legt in seiner Hauptthese überzeugend dar, dass die Annahme der Existenz des platonischen Reiches und der entsprechenden Wahrnehmung epistemisch irrelevant sei. Daher liefert sie auch keinen Mehrwert bezüglich des Verständnisses der epistemischen Kraft der Gedankenexperimente und widerspricht somit dem Sparsamkeitsprinzip.

Seine eigene Theorie reduziert die durch Gedankenexperimente aufgeworfenen epistemischen Probleme auf die klassischen Fragen der Argumentationskritik. Im Unterschied zu Browns Theorie können somit die etablierten Werkzeuge der Analyse und Bewertung von Argumenten angewandt werden. Damit liefert Nortons Theorie einen gewichtigen pragmatischen Vorteil.

73 Szabo Gendler, Tamar: *Thought Experiment. On the Powers and Limits of Imaginary Cases*, Routledge, New York, 2000, 36.

Fazit und Ausblick

Brown und Norton geben beide eine ausführliche Antwort auf die zu Beginn gestellte Frage, ob Gedankenexperimente uns Wissen über die physikalische Welt liefern können und woher dieses Wissen stammen könne. Ihre Theorien stellen innerhalb des größeren Rahmens der Diskussion um Gedankenexperimente in der Physik zwei Extrempositionen dar.⁷⁴ Während Brown eine nahezu fantastische Ontologie mit einem Reich voller Naturgesetze jenseits von Raum und Zeit entfaltet, eliminiert Norton in seinen Rekonstruktionen alle narrativen Elemente, schmückende Details und modale Annahmen der Gedankenexperimente.

Wenn nur eine einfache, nachvollziehbare und pragmatische Epistemologie der Gedankenexperimente gesucht wird, ist bei einer Entscheidung zwischen Nortons und Browns Theorien aus denen im vorherigen Kapitel dargelegten Gründen erstere eindeutig zu bevorzugen.

Für zukünftige Forschungsarbeiten ausgehend von Nortons Position wäre eine Ausarbeitung des Argumentbegriffs und der evolutionären Logik bezogen auf Gedankenexperimente sowie eine Konkretisierung der Eliminationsthese interessant. Dabei könnten die Arbeiten von Gendler einen möglichen Einstieg liefern⁷⁵.

Wenn man für Browns Theorie sympathisiert, könnte man versuchen, seine ontologischen Annahmen mit Føllesdals Ideen⁷⁶ zur Interpretation von Gödels mathematischem Platonismus vor dem Hintergrund Husserls weiter auszubuchstabieren. Einen möglichen Grund dafür, sich weiterhin mit seiner Theorie zu beschäftigen, gibt Brown selbst an:

„Wenn man das akademische Leben nicht wegen des Geldes wählt [in Deutschland keine realistische Option], dann für den Spaß - und im Labor des Geistes finden wir reichlich davon.“⁷⁷

⁷⁴ Vgl. Deutsche Zeitschrift für Philosophie, Nr. 59, (2011).

⁷⁵ Vgl.

Szabo Gendler, Tamar: *Thought Experiment. On the Powers and Limits of Imaginary Cases*, Routledge, New York, 2000.

Szabó Gendler, Tamar: *Thought Experiments Rethought – and Reperceived*, *Philosophy of Science*, Vol. 71, No. 5 (2004), 1152 – 1163.

⁷⁶ Føllesdal, Dagfinn: Gödel and Husserl, in Hintikka, Jakko (Hg.): *From Dedekind to Gödel: Essays on the Development of the Foundations of Mathematics*, Kluwer, Dordrecht, 1995.

⁷⁷ Brown (2011b) .

Abbildungen

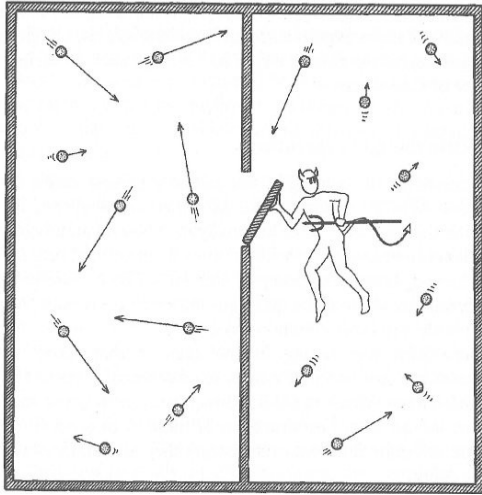


Abbildung 1: Maxwells Dämon⁷⁸

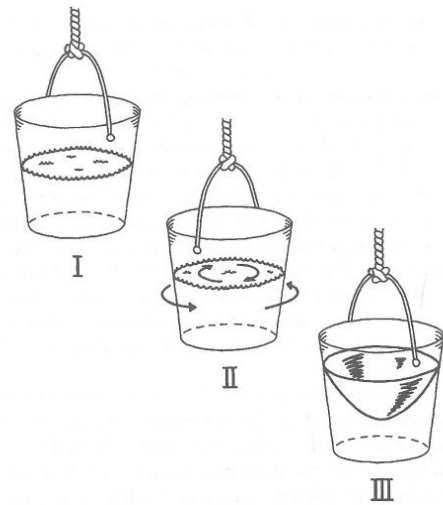


Abbildung 2: Newtons Eimer⁷⁹

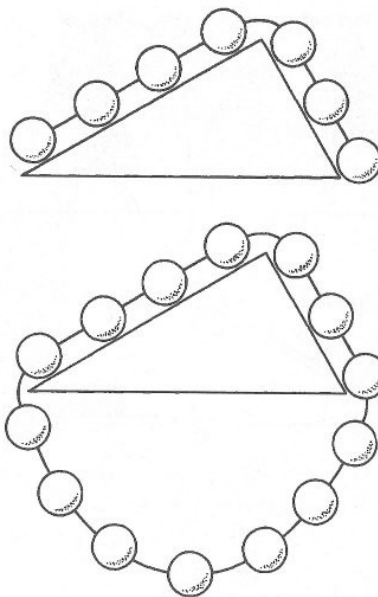


Abbildung 3: Stevins Kugelschleife⁸⁰

⁷⁸ Brown (2011a), 36.

⁷⁹ Brown (2011a), 9.

⁸⁰ Brown (2011a), 4.

Literaturverzeichnis

- Armstrong, David M.: *What is a Law of Nature?*, Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
- Ayer, Alfred J.: What is a Law of Nature, *Revue Internationale de Philosophie* 10 (1956), 144 – 165, nachgedruckt in: Curd, Martin (Hg.): *Philosophy of science : the central issues*, Norton, New York, NY, 1988.
- Benacerraf, Paul and Putnam, Hilary (Hg.): *Philosophy of Mathematics: Selected Readings*, Cambridge University Press, Second edition, Cambridge, 1983.
- Braithwaite, Richard B.: *Scientific Explanation: A Study of the Function of Theory, Probability and Law in Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1968.
- Brown, James R. (1986): Thought Experiments Since the Scientific Revolution, *International Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 1, No. 1 (1986), 1 – 15.
- Brown, James R. (1991): Thought Experiments: A Platonic Account, in Horowitz, Tamara (Hg.) / Massey, Gerald J. (Hg.): *Thought Experiments in Science and Philosophy*, Center for Philosophy of Science, Pittsburgh, PA, 1991.
- Brown, James R. (2004a): Peeking into Plato's Heaven, *Philosophy of Science*, Vol. 71, No. 5 (2004), 1126 – 1138.
- Brown, James R. (2004b): Why Thought Experiments Transcend Empiricism, in Hitchcock (Hg.): *Contemporary debates in philosophy of science*, Blackwell Publishing Ltd, Malden, Mass., 2004.
- Brown, James R.: *Philosophy of mathematics*, Routledge, New York, NY, 2008.
- Brown, James R. (2011a): *The Laboratory of the Mind*, Routledge, 2. edition, Routledge, New York, NY & Abingdon, Oxon, 2011.
- Brown, James R. (2011b): Über das Leben im Labor des Geistes, *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, Nr. 59, (2011), 65-73.
- Dretske, Fred I.: Laws of Nature, *Philosophy of Science*, Vol. 44, No. 2. (1977), 248-268.
- Einstein, Albert / Enfield, Leopold: *Die Evolution der Physik*, Rowohlt, Hamburg 2004.
- Føllesdal, Dagfinn: Gödel and Husserl, in Hintikka, Jakko (Hg.): *From Dedekind to Godel: Essays on the Development of the Foundations of Mathematics*, Kluwer, Dordrecht, 1995.

- Goodman, Nelson: The Problem of Counterfactual Conditionals, *Journal of Philosophy* 44 Nr. 5 (1947), 113 – 128.
- Hume, David: *An enquiry concerning human understanding*, reprinted from the posthumous edition of 1777, 58: <http://www.gutenberg.org/files/9662/9662-h/9662-h.htm>, (2011-03-10).
- Linnebo, Øystein: Epistemological Challenges to Mathematical Platonism, *Philosophical Studies*, 129, 3 (2006), 545–574.
- Newton, Isaac: *Mathematische Principien der Naturlehre*, Verlag von Robert Oppenheim, Berlin, 1872.
- Norton, John D. (1991): Thought Experiments in Einstein's Work, in Horowitz, Tamara (Hg.) / Massey, Gerald J. (Hg.): *Thought Experiments in Science and Philosophy*, Center for Philosophy of Science, Pittsburgh, PA, 1991.
- Norton, John D. (1996): Are Thought Experiments Just What You Thought?, *Canadian Journal of Philosophy* 26 (1996), 333 – 366.
- Norton, John D. (2004a): On Thought Experiments: Is There More to the Argument?, *Philosophy of Science Vol. 71, No. 5* (2004), 1139 – 1151.
- Norton, John D. (2004b): Why Thought Experiments do not Transcend Empiricism, in Hitchcock (Hg.): *Contemporary debates in philosophy of science*, Blackwell Publishing Ltd, Malden, Mass., 2004.
- Shapiro, Stewart (Hrsg.): *The Oxford Handbook of Philosophy of Mathematics and Logic*, Oxford University Press, New York, NY, 2005.
- Szabo Gendler, Tamar: *Thought Experiment. On the Powers and Limits of Imaginary Cases*, Routledge, New York, 2000.
- Szabó Gendler, Tamar: Thought Experiments Rethought – and Reperceived, *Philosophy of Science, Vol. 71, No. 5* (2004), 1152 – 1163.
- Tooley, Michael: The Nature of Laws, *Canadian Journal of Philosophy, Vol. VII, No. 4* (1977), 667 – 698.